

# 依托结构竞赛构建开放式创新研学平台

周臻,童小东,尹凌峰,陆金钰,缪志伟

(东南大学 土木工程学院,江苏 南京 210096)

**摘要:**在“卓越工程师培养计划”中,“强化培养学生的工程能力和创新能力”是最为核心的内容。文章介绍了结构竞赛的宗旨、内容和形式以及竞赛的开展情况,然后从调动学生实践研学兴趣、培养学生创新实践能力、丰富校园科技文化氛围、促进实践教学改革四个方面分析了结构设计竞赛在实践研学中的作用,最后从硬件加载设备体系的建立、柔性开放式机制的实现、结构创新实践研学的开展形式三个方面,提出了依托结构设计竞赛构建土木工程专业的柔性开放式结构创新实践研学平台,可为“卓越工程师计划”在土木工程专业成功实施奠定了基础。

**关键词:**实践研学;结构设计竞赛;柔性开放式;卓越工程师

**中图分类号:**TU318 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2011)06-0129-04

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)》和《国家中长期人才发展规划纲要(2010-2020年)》明确提出:将“卓越工程师教育培养计划”列为未来10年内中国全日制工科高等教育的重大改革项目<sup>[1-2]</sup>。在“卓越工程师培养计划”中,“强化培养学生的工程能力和创新能力”是最为核心的内容。大学生结构设计竞赛作为土木工程专业创新性和实践性最强的学科竞赛,在培养学生工程实践和创新能力方面发挥着重要作用<sup>[3-4]</sup>。如何充分发挥竞赛对土木工程专业实践教学的指导作用,对未来卓越土木工程师培养计划的顺利实施具有重要意义。

## 一、结构设计竞赛综述

### (一)竞赛宗旨

大学生结构设计竞赛是培养大学生创新意识、合作精神和工程实践能力的学科性竞赛。该竞赛为高等学校开展创新教育和实践教学改革、加强高校与企业之间联系、推动学科创新活动起到了积极示范作用。竞赛的宗旨为:培养学生的创新意识、合作精神,提高大学生的创新设计能力、动手实践能力和综合素质,加强高校间的交流与合作。即结构创新竞赛的3C精神:创新(creation)、合作(cooperation)、交流(communication)。

收稿日期:2011-09-27

基金项目:“结构力学国家精品课程”项目;东南大学教改重点项目“面向卓越土木工程师培养的结构力学创新教学模式”

作者简介:周臻(1981-),男,东南大学土木工程学院副教授,博士,主要从事土木工程结构分析研究,  
(E-mail)seuhj@163.com。

## (二) 竞赛内容及形式

结构设计竞赛的内容通常为给定某种材料,设计并制作满足赛题要求的结构模型。其中依据是否对模型进行加载分为趣味组和加载组两大类。趣味组竞赛鼓励学生对结构形式、传力途径、外观造型及使用功能等进行创新,不需要进行加载,适合低年级本科生参加,需要提交的内容包括:结构模型设计方案书(含建筑构思、结构设计、传力途径及方案创新等)和利用白卡纸、木材、有机玻璃、竹材等自选材料制作而成的结构模型。加载组则需要对学生制作的模型施加各种荷载,适合高年级本科生参加,需要提交的内容包括:设计计算书(构选型、结构建模及主要计算参数、受荷分析、节点构造、模型加工图等),以及按照赛题要求在竞赛现场规定时间内采用指定材料和工具制作完成的模型。例如第四届全国大学生结构竞赛的命题为“体育场看台挑篷结构”,材料为木材和502胶水,通过在悬挑屋盖上加竖向静载和风荷载的方式考核各模型的刚度和承载力。图1为东南大学结构创新竞赛作品示例。

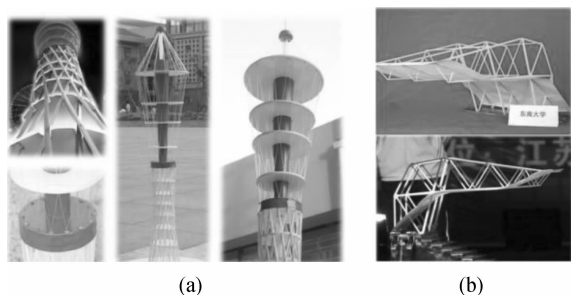


图1 2008年江苏省结构设计竞赛和2010年全国大学生结构设计竞赛总分第一名作品(东南大学)

## (三) 竞赛开展情况

每年依据不同要求会举办不同级别的结构创新竞赛,在土木工程师生中具有广泛的影响。以东南大学为例,目前较为成熟的结构竞赛有五个级别:东南大学本科生结构创新竞赛(校级联赛)、江苏省大学生土木工程结构创新竞赛(省级联赛)、华东地区大学生结构设计邀请赛(地区联赛)、全国大学生结构设计竞赛(全国竞赛)以及亚洲或北美地区国际结构设计邀请赛(国际竞赛)。以全国竞赛为例,由最初的20余所高校参加,发展为遍布全国各地的80余所高校参加的盛大赛事,被国内众多高校誉为土

木工程学科皇冠上的明珠。

## 二、结构设计竞赛在实践研学中的作用

### (一) 有利于调动学生对实践研学的兴趣

结构设计竞赛本身就是一类实践研学活动,无论是在结构设计、计算分析还是在模型制作过程中,学生都是竞赛活动开展的主题。在这个过程中,学生将一系列专业课程(如房屋建筑学、结构力学、工程结构设计原理、建筑结构设计、桥梁工程、工程结构抗震减灾)的理论知识与结构创新实践结合起来,实现课堂理论知识向实践工程应用的转化,从而有利于调动他们对实践研学的兴趣。

### (二) 有利于培养学生的创新实践能力

结构设计竞赛是一种科学创造活动,也是实现土木工程专业教育个性化的有效手段。竞赛赛题一般都来源于经过一定简化和抽象的实际工程问题(如承受侧向静荷载的高层建筑、承受移动荷载的桥梁结构、承受静载和风载的体育场挑篷结构等),为参赛者提供了广阔的创新实践舞台。首先,学生依据对赛题的不同理解并依据其掌握专业知识的程度来完成个性化的结构方案设计,从而锻炼其结构概念创新的能力;然后,学生应用专业结构分析软件完成结构的受力分析,从而锻炼其受力计算分析和专业软件应用的能力;最后,学生利用不同的施工方法对构件和节点进行处理以完成结构模型的制作,从而锻炼其动手实践和施工创新的能力。

### (三) 有利于增强校园科技文化氛围

目前,大学生结构设计竞赛已成为很多工科大学校园里的品牌科技创新活动,极大地丰富了学生的课外实践活动。以东南大学为例,目前不仅有来自土木工程专业的大批学生参加,同时也吸引了来自全校土木、建筑、市政、力学、工管、材料、交通、机械、电气等10多个专业,近400人参加的大型全校性学生学科竞赛,为广大学生提供了学术交流平台,增强了校园的科技文化氛围,促进了学科之间的交流与融合,对全面提升学校的科研和学术水平具有重要意义。

### (四) 有利于促进实践教学的改革

在竞赛过程中,指导教师以交流、讨论为主,即在整个过程中尽可能保持与学生的平等地位,促使学生充分发挥其自主创新能力。这样,学生的主观能动性反过来又将会促进教师积极思考传统实践教

学方式的不足,并为后续的实践教学改革提供思路,即:从传统的示范性、验证型向参与型、开发型转变,从而充分激发学生的学习兴趣和实践创新潜力,提高实践教学效果。

### 三、柔性开放式结构创新实践研学平台的构建

目前在大部分学校中,依托于大学生结构竞赛的课外研学实践仍然以封闭、刚性和被动的形式为主,即一般均是针对每年竞赛的特定题目在特定的时间段内开展选拔赛及其集训活动,导致学生在进行结构创新活动时内容和时间上都较为被动,且容易产生功利性。因此,在依托于大学生结构竞赛的基础上,应针对土木工程专业实践性较强的特点,构建柔性开放式结构创新实践研学平台,以充分培养学生的工程能力和创新能力。

#### (一) 硬件加载设备体系的建立

在结构创新实践研学平台中,硬件加载设备体系的建立至关重要。首先,这些硬件加载设备有别于针对大型工程结构进行实验的大型设备(如振动台、风洞等),由于是针对小型结构模型的加载设备,因此应当具备体积小、价格低廉、操作简单的特征,这样也便于向学生开放,能让学生自主进行模型加载试验。其次,工程结构承受的荷载种类繁多,为了适应不同形式的加载需求,完整的加载设备体系应包括静力荷载和动力荷载两大类。其中静力荷载分为竖向荷载和水平荷载,竖向荷载主要通过铁块施加,而水平荷载则通过滑轮系统施加;常见的动力荷载则分为冲击荷载、风荷载和地震荷载三大类,冲击荷载可通过弹簧—小球系统施加,风荷载可通过鼓风机施加,地震荷载则可通过小型振动台(图2)施加。

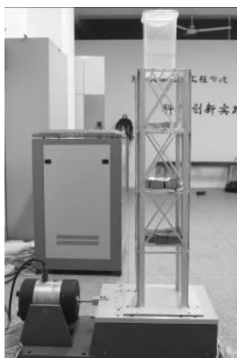


图2 可施加随机地震荷载的小型振动台加载设备

经过多年参加全国性和地区性结构竞赛的积累,东南大学目前已经构建了集各类小型静、动力加载设备于一体的研学实践硬件平台,同时为这些设

备配备了必备的检测仪器(如激光位移计和加速度传感器等),从而能够让学生全过程独立地完成结构模型的加载与测试。

#### (二) 柔性开放式机制的实现

所谓柔性开放式机制,就是要打破传统实践教学在时间、内容上的刚性,让学生真正成为结构创新实践研学的主体,而教师只是提供一些指导性的建议或对学生操作各种加载设备进行简单的培训。首先,在教学内容上,教师可结合已有的加载设备条件,提供若干个可能的结构创新研学的参考选题,如:高层结构的抗震、大跨结构的抗风、桥梁结构在移动荷载作用下的内力与位移响应、风力发电塔及叶片的设计与制作等,由学生根据自己的兴趣方向在备选题目中进行选择。当然,对于一些创新意识较强、专业知识较为丰富的学生,更应该鼓励他们在了解已有设备功能条件的基础上进行自由选题,然后再由教师进行审核和修正,以确保研究目标能够实现,这样更能够充分发挥学生的创造力。其次,在教学时间上,也应突破传统课堂教学的限制,鼓励学生利用课余时间自由进行研学课时的分配。例如,可在每周固定的时间段安排教师值班,学生可依据自己的情况进行预约,预约时须注明所进行的研学题目和所需使用的加载设备。在学生第一次使用加载设备时,教师可给予简单的操作演示,待学生熟练掌握后即可自行完成结构模型的加载试验。

#### (三) 结构创新实践研学的开展形式

在构建柔性开放式结构创新实践研学平台的基础上,可从以下三种形式开展结构创新实践研学活动。

(1) 结构创新实践研学选修课。结合研学平台的设备条件设定若干系列专题,形成实践研学课供学生选修。授课教师首先对各专题的工程背景及相关专业知识进行介绍,然后指导学生完成结构模型的设计、分析和制作,并独立完成对模型的加载试验。教师可依据学生整个结构创新实践过程中的努力程度、创新能力和试验结果进行评价。

(2) 大学生结构创新研学项目。目前大学生课外研学训练(SRTP)已成为高校学生进行研学实践的主要活动之一。但对于土木工程专业而言,由于一般的结构试验设备均较大,操作也较复杂,所以学生很难独立完成自己的创新研学项目,最后许多工

作需要教师协助完成。因此,学生可结合结构创新实践研学平台的条件申报相关的结构创新 SRTP 项目,这样学生可较独立地完成项目的理论方案制定与结构创新实践。

(3)结构创新竞赛选拔与集训。依托于结构创新实践研学平台,每年可针对各级别结构设计竞赛开展结构创新选拔活动。实际上,如创新实践研学选修课和结构创新研学项目能够顺利实施,学生的结构创新实践水平会有较大提高,进而会使结构创新竞赛的选拔水平也大幅提升。选拔活动结束后,可组织成绩优异的学生参加研学平台的集训活动,由教师针对竞赛赛题提供系统的理论指导。

#### 四、结语

自 2008 年以来,东南大学逐步构建起柔性开放式结构创新实践研学平台,并开展了一系列的结构创新实践研学活动,激发了学生对结构创新和实践研学的兴趣,学生的工程思维与实践能力也大幅提

高。以结构创新实践研学平台为基础,完成了多项校级、省级和国家级的结构创新 SRTP 项目,并于 2010 年在全国、华东地区和江苏省大学生结构设计竞赛中均取得第一名的优异成绩。上述成果充分体现了结构创新实践研学平台对于“强化培养学生的工程能力和创新能力”的重要作用,可为“卓越工程师培养计划”在土木工程专业的成功实施奠定基础。

#### 参考文献:

- [1]李培根. 未来工程教育中的实践意识[J]. 高等工程教育研究,2010(6):6-8.
- [2]林健. 卓越工程师教育培养计划通用标准研制[J]. 高等工程教育研究,2010(4):21-29.
- [3]金凌志,曹霞,李豫华. 土木工程专业应用型人才培养探讨[J]. 高等建筑教育,2008,17(2):16-18.
- [4]陈以一,周克荣. 工科学生实践性设计竞赛活动的组织方式[J]. 高等理科教育,2001(5):76-78.

## Construction of open innovation platform for research and study based on the structural design competition

ZHOU Zhen, TONG Xiao-dong, YIN Lin-feng, LU Jin-yu, MIAO Zhi-wei

(School of Civil Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, Jiangsu, P. R. China)

**Abstract:** In the plan of excellent engineer training, it is the core content strengthening the student's engineering ability and innovation ability. The paper introduced the mission, content, form and development of the structural design competition, and then analyzed the positional function of the competition in the practice research and study from four aspects: inspiring the student's interest, cultivating the student's innovation and practice ability, enriching school scientific and technology atmosphere, and promoting the development of practice teaching innovation. Finally, put forward that the school built open structural innovation platform for practice research and study in civil engineering specialty based on the structural design competition from the establishment of hardware loading equipment system, the realization of flexible open mechanism, and the development forms of structural innovation and practice activities. It will give the fundament for the success of excellent engineer plan in civil engineering specialty.

**Keywords:** practice research and study; structural competition; flexible and open; excellent engineer

(编辑 詹燕平)